
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EBB 113/3 - Bahan Kejuruteraan

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA PULUH SEMBILAN muka surat beserta DUA muka surat (Lampiran) dan SATU muka surat KERTAS JAWAPAN OBJEKTIF yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi EMPAT PULUH soalan objektif pada BAHAGIAN A dan DUA soalan subjektif pada BAHAGIAN B dan DUA soalan subjektif pada BAHAGIAN C.

Jawab SEMUA soalan pada BAHAGIAN A dan SATU soalan daripada BAHAGIAN B dan SATU soalan daripada BAHAGIAN C.

Bagi soalan di BAHAGIAN B dan C, jika calon menjawab lebih daripada satu soalan (bagi setiap bahagian) hanya soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Soalan boleh dijawab samada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

...2/-

BAHAGIAN A

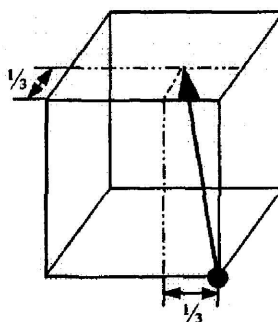
Jawab Semua Soalan (1 soalan mewakili 1 markah).

1. Kepingan Cu-O biasanya digunakan dalam kajian superkonduktor. Kirakan daya tarikan *Coulomb* di antara Cu^{2+} dan O^{2-} di dalam kepingan ini.

(Diberi: $r_{\text{Cu}^{2+}} = 0.072 \text{ nm}$, $r_{\text{O}^{2-}} = 0.132 \text{ nm}$)

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| (a) $22.1 \times 10^{-9} \text{ N}$ | (c) $24.5 \times 10^9 \text{ N}$ |
| (b) $32.2 \times 10^{-8} \text{ N}$ | (d) $62.1 \times 10^8 \text{ N}$ |

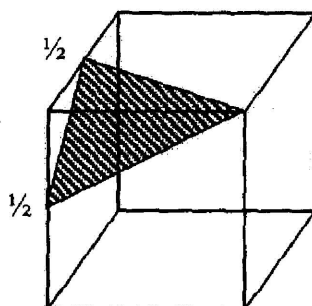
2. Apakah tandaan bagi arah vektor dalam kiub Rajah 1.



Rajah 1

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| (a) $[331]$ | (c) $[\bar{1}\bar{1}3]$ |
| (b) $[\bar{3}\bar{3}1]$ | (d) $[\bar{1}13]$ |

3. Apakah tandaan bagi satah dalam kiub Rajah 2.



Rajah 2

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|---------------------|
| (a) | $(2\bar{1}2)$ | (c) | $(21\bar{2})$ |
| (b) | $(1\bar{2}\bar{2})$ | (d) | $(\bar{2}1\bar{2})$ |

Soalan-soalan 4 dan 5 berdasarkan maklumat berikut:

Thorium mempunyai struktur kiub berpusat muka (KBM) dan mempunyai satu atom setiap satu titik kekisi, manakala ketumpatannya ialah $11.72 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$ dan berat atomnya ialah 232 g.mol^{-1} . Kirakan.

4. Panjang kekisi (a_0)

- | | | | |
|-----|------------|-----|------------|
| (a) | 0.50856 nm | (c) | 0.20623 nm |
| (b) | 0.10877 nm | (d) | 0.10354 nm |

5. Jejari atom (r) thorium

- | | | | |
|-----|-----------|-----|-----------|
| (a) | 0.1134 nm | (c) | 0.1798 nm |
| (b) | 0.2398 nm | (d) | 0.3428 nm |

6. Satu keluli kiub berpusat jasad (KBJ) pada mulanya mempunyai 0.001% nitrogen, telah dinitridakan pada 550°C selama 5 jam. Jika kandungan nitrogen di permukaan ialah 0.08%, tentukan kandungan nitrogen di 0.25 mm daripada permukaan.

[Diberi nilai-nilai D_0 dan Q bagi nitrogen di dalam keluli KBJ pada 550°C, $D_0 = 4.7 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ dan $Q = 76600 \text{ J.mol}^{-1}$]

- | | |
|---------------------|---------------------|
| (a) 0.036% nitrogen | (c) 0.018% nitrogen |
| (b) 0.011% nitrogen | (d) 0.049% nitrogen |
7. Satu kabel keluli berdiameter 31 mm dan 15.25 m panjang digunakan untuk mengangkat beban sebanyak 0.2 MN. Diberi modulus elastik keluli ialah 210 GPa, berapakah panjang kabel semasa diregang?

- | | |
|---------------|---------------|
| (a) 15.1262 m | (c) 15.2692 m |
| (b) 15.0143 m | (d) 15.3572 m |

Soalan-soalan 8 dan 9 berdasarkan maklumat berikut:

Rod titanium mempunyai diameter 10 mm dan panjangnya ialah 305 mm. Rod ini mempunyai kekuatan alah pada 345 MPa, modulus keelastikannya ialah 110 GPa dan nisbah Poisson ialah 0.30. Semasa 2.2 kN beban dikenakan, kirakan

8. Panjang rod tersebut

- | | |
|------------------|------------------|
| (a) 305.07763 mm | (c) 305.08116 mm |
| (b) 305.08321 mm | (d) 329.75362 mm |

9. Diameter rod tersebut

- | | |
|----------------|-------------------|
| (a) 9.99923 mm | (c) 10.0000763 mm |
| (b) 9.99044 mm | (d) 10.0000421 mm |

- 13 Apakah gabungan sifat-sifat bagi Bahan 2?
- (a) Kekuatan rendah, kemuluran rendah, keliatan tinggi
 - (b) Kekuatan rendah, kemuluran tinggi, keliatan rendah
 - (c) Kekuatan tinggi, kemuluran rendah, keliatan rendah
 - (d) Kekuatan rendah, kemuluran rendah, keliatan rendah
- 14 Tentukan kenyataan yang BENAR mengenai bahan komposit
- (i) Terdiri daripada gabungan dua atau lebih bahan
 - (ii) Komponen-komponen yang bergabung tidak boleh dikenalpasti secara fizikal
 - (iii) Wujud antarafasa di antara komponen-komponen yang bergabung
 - (iv) Komponen-komponen yang bergabung berupaya untuk larut di antara satu sama lain
- (a) (i) dan (ii)
 - (b) (i) dan (iii)
 - (c) (i), (iii) dan (iv)
 - (d) (i), (ii) dan (iv)
- 15 Nombor atom (Z) di dalam nukleus merujuk kepada
- (a) bilangan proton atau bilangan neutron
 - (b) bilangan neutron + bilangan elektron
 - (c) bilangan proton atau bilangan elektron
 - (d) bilangan proton + bilangan elektron
- 16 Apakah maksud perkataan larutan pepejal?
- (a) Pembentukan nukleus dalam leburan sewaktu pemejalan
 - (b) Atom bendasing memenuhi keliangan
 - (c) Atom bendasing menggantikan atom pelarut
 - (d) Penambahan dua atau lebih atom-atom bendasing ke dalam larutan logam

- 17 Bagaimanakah Modulus Young dikenalpasti daripada graf tegasan-terikan?
- (a) Menghitung tegasan maksimum pada graf tersebut
 - (b) Menghitung luas di bawah graf tersebut
 - (c) Menghitung kecerunan bahagian elastik pada graf tersebut
 - (d) Menghitung peratus pemanjangan atau peratus pengurangan luas daripada graf
- 18 Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi resapan?
- (i) Tekanan
 - (ii) Suhu
 - (iii) Saiz spesis yang meresap
 - (iv) Masa
- (a) (i) dan (ii)
 - (b) (ii) dan (iii)
 - (c) (i), (ii) dan (iii)
 - (d) (ii), (iii) dan (iv)
- 19 Satu batang rod berdiameter 1.25 cm telah dikenakan dengan beban 2500 kg. Hitungkan tegasan kejuruteraan pada rod tersebut
- (a) 100 MPa
 - (b) 300 MPa
 - (c) 150 MPa
 - (d) 200 MPa
- 20 Bilakah tindakbalas Peritektik berlaku?
- (a) Sewaktu pemanasan, satu fasa pepejal bertukar menjadi dua fasa pepejal
 - (b) Sewaktu pemanasan, dua fasa pepejal bertukar menjadi satu fasa pepejal dan satu fasa cecair
 - (c) Sewaktu pemanasan, satu fasa pepejal bertukar menjadi satu fasa pepejal dan satu fasa cecair
 - (d) Sewaktu pemanasan, satu fasa cecair bertukar menjadi dua fasa pepejal

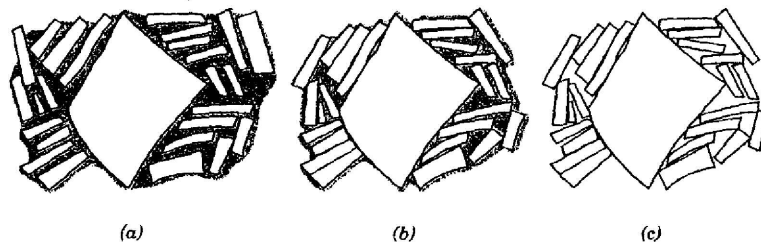
21. Berikut adalah jenis-jenis rawatan olahan sepuhlindap KECUALI

- | | |
|------------------|-----------------------|
| (a) Penormalan | (c) Sepuhlindap penuh |
| (b) Pengsperodan | (d) Pengkarbonan |

22. Kepatahan mulur (*ductile*) dicirikan oleh

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (a) Penyerapan tenaga yang rendah | (c) Permukaan patah yang licin |
| (b) Pemanjangan yang rendah | (d) Penyerapan tenaga yang tinggi |

23. Gambarajah-gambarajah (a-c) menunjukkan satu proses pembentukan seramik melalui proses



- | | |
|-----------------|-----------------|
| (a) Pengeringan | (c) Pengasingan |
| (b) Pencirian | (d) Pembentukan |

24. Pilih pernyataan yang SALAH mengenai rayapan (*Creep*)

- (a) Dilakukan pada beban yang malar
- (b) Mengukur kebergantungan modulus terhadap masa
- (c) Modulus rayapan juga sensitif kepada suhu
- (d) Kesan rayapan bertambah dengan peningkatan penghabluran

25. Apakah yang anda pelajari daripada keluk tegasan (S) melawan bilangan kitaran kegagalan (N)?

- (a) Kebarangkalian untuk masa hayat lesu
- (b) Anggaran rayapan pada suatu suhu tertentu
- (c) Dengan jituanya apabila bahan gagal
- (d) Purata sisihan piawai bagi kitaran - N

- 26 Antara kesan penambahan karbon ke dalam keluli adalah
- (a) Penambahan kekerasan
 - (b) Penambahan kemuluran
 - (c) Penambahan kelenturan
 - (d) Pengurangan kekuatan
- 27 Berikut adalah pengkelasan jenis komposit berasaskan matrik KECUALI
- (a) Komposit Matrik Polimer (PMC)
 - (b) Komposit Matrik Logam (MMC)
 - (c) Komposit Matrik Seramik (CMC)
 - (d) Komposit Diperkuat Gentian Kaca (GFRC)
- 28 Keberkesanan gentian bergantung kepada faktor-faktor berikut KECUALI
- (a) Jenis gentian
 - (b) Panjang gentian
 - (c) Suhu pemprosesan gentian
 - (d) Geometri gentian
- 29 Polimer amorfus mempamerkan sifat berikut di bawah suhu peralihan kaca (T_g)
- (a) Berkaca
 - (b) Bergetah
 - (c) Plastik
 - (d) Visco-elastik
- 30 Antara ciri-ciri komposit sandwic adalah seperti berikut KECUALI
- (a) Kulit yang keras dan nipis
 - (b) Teras yang ringan dan tebal
 - (c) Lapisan perekat yang kuat
 - (d) Teras yang nipis dan ringan

31. Berikut adalah pernyataan berkenaan dengan bahan piezoelektrik. Pilih pernyataan yang betul.

- (i) Pengkutuban elektrik berlaku dalam bahan piezoelektrik apabila terikan mekanikal dikenakan kepada bahan
- (ii) Semua bahan feromagnet adalah bahan piezoelektrik
- (iii) Contoh bahan piezoelektrik ialah plumbum zirkonat titanat (PZT)
- (iv) Hanya bahan seramik yang mempunyai sifat kepiezoelektrikan

- (a) (i), (ii), (iii) sahaja
- (b) (i), (iii) sahaja
- (c) (ii), (iv) sahaja
- (d) (i), (iii), (iv) sahaja

32. Apakah yang akan berlaku apabila dua logam yang berlainan kereaktifan diletakkan bersentuhan di dalam satu elektrolit yang menghakis?

- (a) kedua-dua logam akan terhakis
- (b) kedua-dua logam akan terlindung dari kakisan
- (c) logam yang lebih reaktif akan terlindung
- (d) salah satu daripada logam akan terhakis

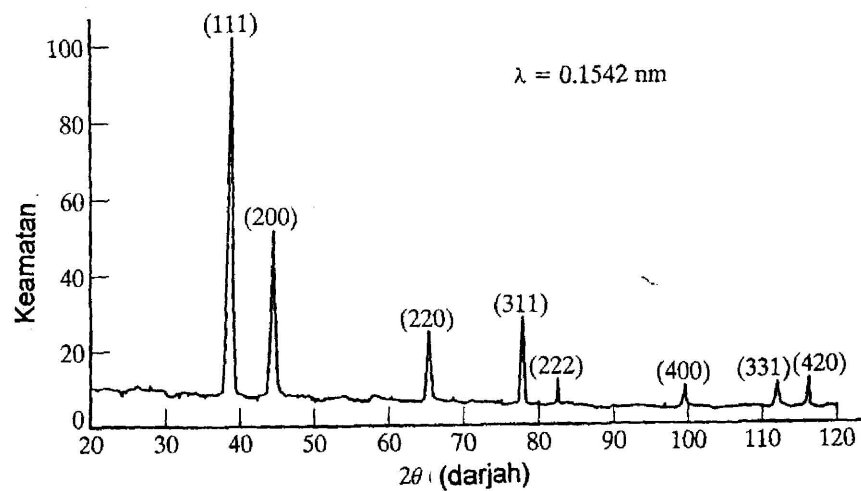
33. Berikut adalah ciri-ciri intan kecuali

- (a) polimorf karbon yang metastabil
- (b) struktur hablur berlainan dari struktur zink sulfida
- (c) grafit adalah lagi stabil dari intan pada suhu dan tekanan ambien
- (d) intan boleh digunakan untuk proses pencanaian

34. Contoh bahan semikonduktor intrinsik ialah:

- | | |
|-------------------|---------------------|
| (a) dop silikon | (c) silikon jenis p |
| (b) silikon tulen | (d) silikon oksida |

35. Kekonduksian di dalam sesuatu bahan boleh berlaku melalui pergerakan:
- (i) ion
 - (ii) elektron
 - (iii) lohong
 - iv) kecacatan
- (a) (i) & (ii) sahaja (c) (i), (ii) & (iv) sahaja
(b) (i), (ii) & (iii) sahaja (d) (ii) sahaja
36. Silikon oksida yang dicampurkan dengan 75 berat % aluminium oksida akan membentuk:
- (a) alumina (c) kaolinit
(b) mulit (d) silikat
37. Apakah tujuan sepuh-lindapan?
- (i) untuk melembutkan bahan-bahan logam atau aloi yang telah menjadi keras akibat kerja-kerja yang telah dilakukan ke atasnya
 - (ii) untuk menambahkan kekerasan melalui kerja sejuk (*cold work*)
 - (iii) untuk menghapuskan tegasan dalaman sesuatu logam atau aloi
 - (iv) menghasilkan struktur hablur yang tertentu
- (a) (i) & (ii) sahaja (c) (i), (iii) & (iv) sahaja
(b) (i), (ii) & (iii) sahaja (d) (ii), (iii) & (iv) sahaja
38. Apakah kegunaan kuarza di dalam tanah liat (*clay*)?
- (a) bahan pengisi (c) bahan lakur
(b) bahan plastik (d) bahan oksida



Rajah 4 : Corak Pembelauan Sinar-X bagi serbuk aluminium

- [b] (i) Ujian pembelauan sinar-X ke atas serbuk aluminium (Al) telah menunjukkan corak pembelauan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. (Jejari atom Al = 0.143 nm; jarak gelombang = 0.1542 nm).
- (a) Dengan menggunakan formula, kenalpasti struktur hablur bagi serbuk Al ini.
- (b) Dengan menggunakan Hukum Bragg, hitungkan nilai sebenar sudut pembelauan (2θ) bagi tiga puncak yang pertama dalam corak sinar-X yang terhasil.

(6 markah)

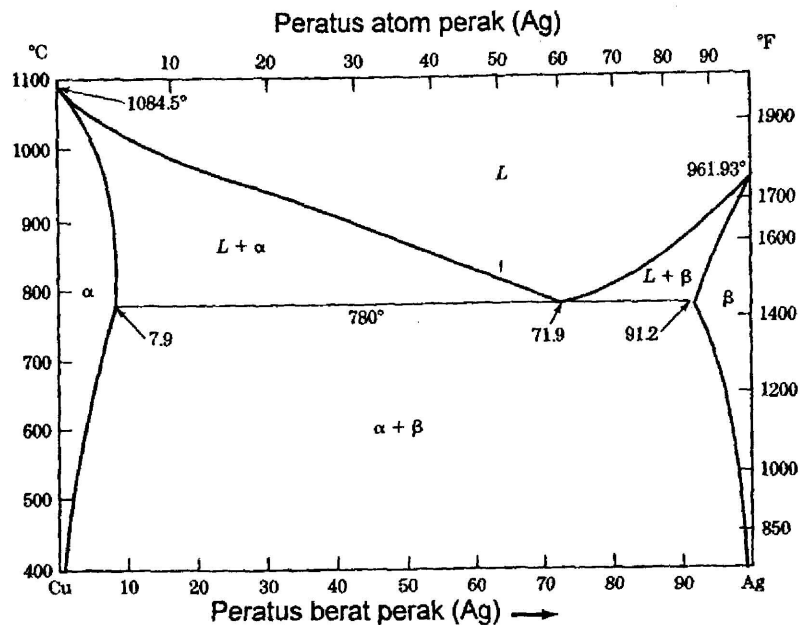
- (ii) Satu spesimen Aluminium berbentuk silinder berdiameter 12.8 mm dengan panjang tolak 50.8 mm telah dikenakan daya tegangan. Dengan menggunakan data beban-panjang seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1, jawab soalan-soalan berikut:

Jadual 1 : Data Beban - Panjang Bagi Spesimen Aluminium

Beban (N)	Panjang (mm)
0	50.800
7,300	50.851
15,100	50.902
23,100	50.952
30,400	51.003
34,400	51.054
38,400	51.308
41,300	51.816
44,800	52.832
46,200	53.848
47,300	54.864
47,500	55.880
46,100	56.896
44,800	57.658
42,600	58.420
36,400	59.182

- Plotkan graf tegasan kejuruteraan melawan terikan kejuruteraan
- Hitungkan nilai Modulus Keelastikan (Modulus Young)
- Kenalpasti nilai Tegasan Alah
- Kenalpasti Kekuatan Tegangan

(9 markah)



Rajah 5 : Gambarajah fasa kuprum (Cu) - perak (Ag)

2. [a] Pertimbangkan gambarajah fasa sistem binari kuprum (Cu)-perak (Ag) dalam Rajah 5. Lakukan analisis fasa bagi aloi 75 % berat Cu-25 % berat Ag pada suhu-suhu berikut;
- (i) 1000°C
 - (ii) 800°C
 - (iii) 780°C + ΔT
 - (iv) 780°C - ΔT

Sertakan empat maklumat berikut di dalam analisis fasa tersebut;

- (a) Fasa-fasa yang hadir
- (b) Komposisi kimia bagi setiap fasa
- (c) Jumlah setiap fasa
- (d) Lakarkan mikrostruktur bagi fasa-fasa berkenaan

(15 markah)

- [b] (i) Apakah takrifan tenaga pengaktifan bagi sesuatu atom atau ion?
(2 markah)
- (ii) Resapan atom ferum di dalam kekisi kiub berpusat jasad (KBJ) pada 400°C ialah $4.5 \times 10^{-23} \text{ m}^2/\text{s}$ dan pada 800°C ialah $5.9 \times 10^{-16} \text{ m}^2/\text{s}$. Kirakan tenaga pengaktifan dalam unit kJ/mol untuk julat suhu tersebut.
(3 markah)
- (iii) Jika anda diberikan satu kepingan bahan polimer yang mempunyai kekonduksian yang baik, kekonduksian tersebut disebabkan oleh kehadiran ion natrium (Na^+) dalam polimer tersebut. Bermula dengan persamaan matematik tertentu, terangkan secara ringkas satu eksperimen untuk menentukan tenaga pengaktifan Na^+ di dalam bahan polimer tersebut.
(10 markah)

BAHAGIAN C

Jawab Satu Soalan Sahaja.

3. [a] (i) Apakah asalan kekonduksian di dalam bahan logam? Di dalam menerangkan jawapan anda bandingkan kekonduksian di dalam logam dengan kekonduksian bahan semikonduktor. Berikan contoh-contoh bahan semikonduktor dan terangkan berkenaan dengan gambarajah jalur tenaga bahan yang dipilih.
(8 markah)
- (ii) Terangkan berkenaan dengan pengaruh suhu terhadap kekonduksian bahan logam dan bahan semikonduktor.
(4 markah)
- (iii) Berikan takrifan ringkas istilah-istilah berikut:
- Diamagnetisme
 - Feromagnetme
 - Suhu Curie
- (3 markah)
- [b] Berdasarkan data daripada ujian lesu untuk aloi loyang (*brass*) di dalam Jadual 3,
- (i) Plotkan graf amplitud tegasan (S) melawan kegagalan kitaran (N).
- (ii) Kirakan kekuatan lesu pada 4×10^6 kitaran
- (iii) Kirakan hayat lesu bagi beban 120 MPa

Jadual 3 : Data Ujian Lesu Bagi Alooi Loyang (Brass)

Amplitud Bebas (MPa)	Bilangan Kitaran
170	3.7×10^4
148	1.0×10^5
130	3.0×10^5
114	1.0×10^6
92	1.0×10^7
80	1.0×10^8
74	1.0×10^9

(15 markah)

4. [a] Merujuk kepada taburan berat molekul polipropilena di dalam Jadual 4, kirakan;

- (i) Berat molekul purata nombor
- (ii) Berat molekul purata berat
- (iii) Darjah pempolimeran purata nombor
- (iv) Darjah pempolimeran purata berat

(Unit ulangan polipropilena = $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)$ dan JMR bagi karbon dan hidrogen adalah masing-masing 12 dan 1)

Jadual 4 : Taburan Berat Molekul Polipropilena

Taburan Berat Molekul	X_i	W_i
8000-16000	0.05	0.02
16000-24000	0.16	0.10
24000-32000	0.24	0.20
32000-40000	0.28	0.30
40000-48000	0.20	0.27
48000-56000	0.07	0.11

(15 markah)

...20/-

- [b] (i) Apakah yang dimaksudkan dengan kepolimorfan? Di dalam jawapan anda guna kepolimorfan silika sebagai contoh.
(3 markah)
- (ii) Terangkan berkenaan dengan proses penekanan serbuk seramik. Setelah mengalami proses penekanan, apakah proses yang perlu untuk menukar padatan serbuk kepada bahan polihablur padu. Gunakan gambarajah untuk menerangkan jawapan anda.
(5 markah)
- (iii) Tuliskan **satu perenggan ringkas** berkenaan dengan cara-cara pengerjaan panas keluli untuk menghasilkan dawai keluli.
(3 markah)
- (iv) Terangkan bagaimana martensit terbentuk dan terangkan juga berkenaan dengan kerja-kerja pembajaan untuk menambahkan kekerasan keluli martensit.
(4 markah)

SECTION A

Please answer all questions (1 question equivalent to 1 mark).

1. Cu-O sheet is a common material uses in superconductors studies. Calculate the Coulombic force of attraction between a Cu^{2+} and an O^{2-} within one of these sheets.

[Given: $r_{\text{Cu}^{2+}} = 0.072 \text{ nm}$, $r_{\text{O}^{2-}} = 0.132 \text{ nm}$]

- (a) $22.1 \times 10^9 \text{ N}$ (c) $24.5 \times 10^9 \text{ N}$
 (b) $32.2 \times 10^8 \text{ N}$ (d) $62.1 \times 10^8 \text{ N}$
2. What is the notation for vector direction in the unit cube presented in Figure 1?

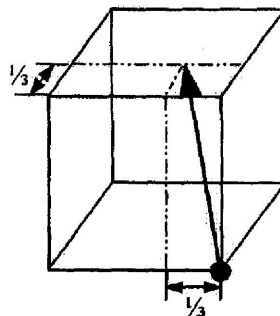


Figure 1

- (a) $[331]$ (c) $[\bar{1}\bar{1}3]$
 (b) $[\bar{3}\bar{3}1]$ (d) $[\bar{1}13]$

3. What is the notation for plane in the unit cube presented in Figure 2?

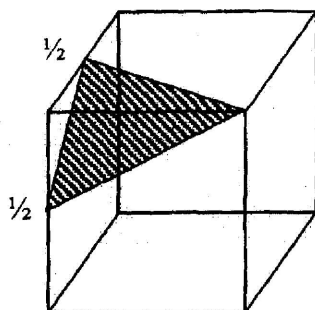


Figure 2

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| (a) $(2\bar{1}2)$ | (c) (212) |
| (b) $(1\bar{2}2)$ | (d) $(\bar{2}1\bar{2})$ |

Questions 4 and 5 are based on information below:

Thorium has FCC structure and one atom per lattice point whereas the density is $11.72 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$ and the atomic weight is 232 g.mol^{-1} . Calculate

4. The lattice parameter (a_0)

- | | |
|----------------|----------------|
| (a) 0.50856 nm | (c) 0.20623 nm |
| (b) 0.10877 nm | (d) 0.10354 nm |

5. The atomic radius (r) of thorium

- | | |
|---------------|---------------|
| (a) 0.1134 nm | (c) 0.1798 nm |
| (b) 0.2398 nm | (d) 0.3428 nm |

6. A BCC steel that initially contains 0.001% nitrogen is nitrided at 550°C for 5 h. If the nitrogen content at the steel surface is 0.08%, determine the nitrogen content at 0.25 mm from the surface.
[Data on D_0 and Q for nitrogen in BCC steel at 550°C are as follows, $D_0 = 4.7 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ and $Q = 76600 \text{ J.mol}^{-1}$]
- (a) 0.036% nitrogen (c) 0.018% nitrogen
(b) 0.011% nitrogen (d) 0.049% nitrogen
7. A 31-mm diameter and 15.25-m long steel cable is use to lift up a 0.2 MN load. What is the length of the cable during lifting? The modulus of elasticity of the steel is 210 GPa
- (a) 15.1262 m (c) 15.2692 m
(b) 15.0143 m (d) 15.3572 m

Questions 8 and 9 based on information below:

Titanium bar has a 10 mm diameter and 305 mm long. The rod has a yield strength of 345 MPa, a modulus of elasticity of 110 GPa and Poisson's ratio of 0.30. When a 2.2 kN load is applied, determine

8. The length of the rod
- (a) 305.07763 mm (c) 305.08116 mm
(b) 305.08321 mm (d) 329.75362 mm
9. The diameter of the rod
- (a) 9.99923 mm (c) 10.0000763 mm
(b) 9.99044 mm (d) 10.0000421 mm

10. What are important factors that affect the recrystallization process in metals?
- (i) the temperature used for the recrystallization process;
 - (ii) the length of time of the recrystallization process;
 - (iii) the initial grain size of the metal;
- (a) (i) and (ii) (c) (ii) and (iii)
 (b) (i) and (iii) (d) (i), (ii) and (iii)
11. The first three diffraction peaks of a metal powder are $2\theta = 44.4^\circ$, 64.6° and 81.7° . What is the crystal structure of the element?
- (a) Simple Cubic (c) Body-centered cubic
 (b) Face-centered cubic (d) Hexagonal close-packed

Please refer to Figure 3 to answer questions no. 12-13:

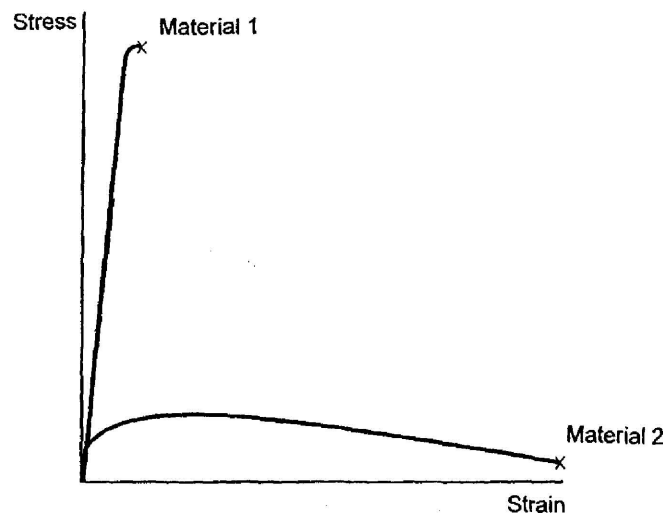


Figure 3 - Material Properties

12. What are the combination properties of Material 1?
- (a) High strength, low ductility & high toughness
 - (b) High strength, high ductility & low toughness
 - (c) Low strength, low ductility & low toughness
 - (d) High strength, low ductility & low toughness

13. *What are the combination properties of Material 2?*
- (a) *Low strength, low ductility & high toughness*
 - (b) *Low strength, high ductility & low toughness*
 - (c) *High strength, low ductility & low toughness*
 - (d) *Low strength, low ductility & low toughness*
14. *Which of the following sentences on composites materials are TRUE*
- (i) *Combination of two or more materials*
 - (ii) *The constituent phases cannot be recognized physically*
 - (iii) *The distinct phases are separated by an interface*
 - (iv) *The constituents phases are able to dissolve each other*
- (a) (i) and (ii) (c) (i), (iii) and (iv)
(b) (i) and (iii) (d) (i), (ii) and (iv)
15. *Atomic number (Z) in the nucleus refers to*
- (a) *number of proton or number of neutron*
 - (b) *number of neutron + number of electron*
 - (c) *number of proton or number of electron*
 - (d) *number of proton + number of electron*
16. *What is the definition of solid solution?*
- (a) *The formation of nuclei during the solidification of a solution*
 - (b) *Impurity atoms fill-up the free volume*
 - (c) *Impurity atoms substitute the host atoms*
 - (d) *Additions of two or more impurity atoms to a metal solution*

- 17 How to determine Young's Modulus from the stress-strain curve?
- (a) By measuring the maximum stress from the curve
 - (b) By measuring the area under the curve
 - (c) By measuring the slope of elastic part of the curve
 - (d) By measuring percent elongation or percent reduction in area of the curve
- 18 What are the factors that influence diffusion?
- (i) Pressure
 - (ii) Temperature
 - (iii) Size of diffused species
 - (iv) Time
- (a) (i) and (ii) (c) (i), (ii) and (iii)
(b) (ii) and (iii) (d) (ii), (iii) and (iv)
19. A rod with diameter of 1.25 cm is subjected to a load of 2500 kg. Determine the engineering stress of this rod
- (a) 100 MPa (c) 150 MPa
(b) 300 MPa (d) 200 MPa
- 20 When the Peritectic reaction will exist?
- (a) Upon heating, one solid phase transforms into two solid phases
 - (b) Upon heating, two solid phases transform into one solid phase and one liquid phase
 - (c) Upon heating, one solid phase transforms into one liquid phase and one solid phase
 - (d) Upon heating, one liquid phase transforms into two solid phases

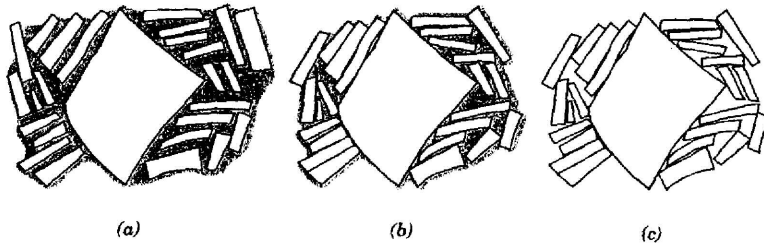
21. The followings are types of annealing processes *EXCEPT*

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (a) Normalisation | (c) Full annealing |
| (b) Spherodisation | (d) Carbonisation |

22. Ductile fracture is characterised by

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| (a) Low energy absorption | (c) Clean fracture surface |
| (b) Low elongation | (d) High energy absorption |

23. Diagrams (a-c) show the shaping process of ceramic material via



- | | |
|----------------------|-----------------|
| (a) Drying | (c) Segregation |
| (b) Characterisation | (d) Moulding |

24. Choose *FALSE* statement concerning creep behaviour of material

- | |
|---|
| (a) Conducted at constant load |
| (b) Measures dependency of modulus with time |
| (c) Creep modulus is sensitive to temperature |
| (d) Creep is more pronounce with increasing crystallisation |

25. What can be learned from Stress Amplitud (S) - Cycle to Failure (N) curve?

- | |
|---|
| (a) Probability of fatigue life |
| (b) Creep at given temperature |
| (c) Failure |
| (d) Mean of standard deviation for cycle to failure - N |

26. Addition of carbon into steel will
- (a) Increase the hardness of steel
 - (b) Increase the ductility of steel
 - (c) Increase the flexibility of steel
 - (d) Decrease the strength of steel
27. Classification of composites based on their matrices are as follows EXCEPT
- (a) Polymer Matrix Composites (PMC)
 - (b) Metal Matrix Composites (MMC)
 - (c) Ceramic Matrix Composites (CMC)
 - (d) Glass Fibre Reinforced Composites (GFRC)
28. The effectiveness of fibre reinforcement depends on the following factors EXCEPT
- (a) Type of fibre
 - (b) Length of fibre
 - (c) Processing temperature of fibre
 - (d) Geometry of fibre
29. Amorphous polymer shows the following characteristic below glass transition temperature (T_g)
- | | |
|-------------|------------------|
| (a) Glassy | (c) Plastic |
| (b) Rubbery | (d) Viscoelastic |
30. Characteristics of sandwich composites include the following EXCEPT
- (a) Strong and thin skin
 - (b) Lightweight and thick core
 - (c) Strong adhesive layer
 - (d) Lightweight and thin core

31. The following are statements related to piezoelectric material. Choose a correct statement.
- (i) Electric polarization happens in the piezoelectric materials when mechanical strain is induced to the material
 - (ii) All ferroelectric material are piezoelectric
 - (iii) An example of a piezoelectric material is lead zirconate titanate (PZT)
 - (iv) Only ceramic material can have piezoelectricity
- (a) (i), (ii), (iii) only
 - (b) (i), (iii) only
 - (c) (ii), (iv) only
 - (d) (i), (iii), (iv) only
32. What happens when two metals with different reactivity is brought intimately together in a corrosion electrolyte?
- (a) Both metals will corrode
 - (b) Both metals will be prevented from corrosion
 - (c) A more reactive metal will be protected
 - (d) One of the metals will be corroded
33. The followings are characteristic of diamonds except:
- (a) a metastable carbon polymorph
 - (b) has different crystal structure from that of zinc sulphide
 - (c) graphite is more stable compared to diamond at ambient temperature and pressure
 - (d) Diamond can be used in grinding process

34. *An example of a pure intrinsic semiconductor is:*
- (a) *Doped silicon*
 - (b) *Pure silicon*
 - (c) *P-type silicon*
 - (d) *Silicon oxide*
35. *Conductivity in material can occur through movement of:*
- (i) *ions*
 - (ii) *electrons*
 - (iii) *holes*
 - (iv) *defects*
- (a) (i) & (ii) only (c) (i), (ii) & (iv) only
(b) (i), (ii) & (iii) only (d) (ii) only
36. *What will be formed when silicon oxide is added to 75 wt% of aluminium oxide:*
- (a) *alumina* (c) *kaolinite*
(b) *mullite* (d) *silicate*
37. *What are the reasons for annealing?*
- (i) *to soften harden metals or alloys due to works done on them*
 - (ii) *to increase hardness from cold work*
 - (iii) *to remove internal stress of a given metal and alloy*
 - (iv) *to produce a desired crystal structure*
- (a) (i) & (ii) only (c) (i), (iii) & (iv) only
(b) (i), (ii) & (iii) only (d) (ii), (iii) & (iv) only

38. What is the function of quartz in clay?

- (a) filler material
- (b) plastic material
- (c) flux material
- (d) oxide material

39. Martensite transformation:

- (a) very slow
- (b) does not involve diffusion
- (c) happens when pearlites are heated at temperature below eutectoid temperature
- (d) involve changes in phase composition

40. Select correct statements about a transparency behaviour of a given material.

- (i) Most of dielectric materials or insulators are transparent
- (ii) Dielectric material and insulators have energy gap higher than the energy of visible lights
- (iii) Impurities can reduce the energy gap value giving colours to the crystal
- (iv) Semiconductor materials can be transparent or opaque depending on the band gap of the materials

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| (a) (i), (ii) & (iii) only | (c) (ii), (iii) & (iv) only |
| (b) (i), (ii) & (iv) only | (d) All of the above |

SECTION B

Please answer one question only.

1. [a] (i) With the aid of graph plot, describe briefly, what is bonding energy?

(3 marks)

- (ii) With the aid of graph plot, describe briefly, the effect of bonding energy to coefficient of linear expansion (α).

(6 marks)

- (iii) In an engine, a cylinder of steel has a cross-sectional area 3.2 cm^2 and a length of 2.0 cm at 23°C . After 10 minute, the temperature of the engine rise up to 90°C . Calculate the compressive force would have to be applied to it to keep it from expending?

[Given for steel, $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ and Young's modulus, $E = 20 \times 10^{10} \text{ Pa}$]

(6 marks)

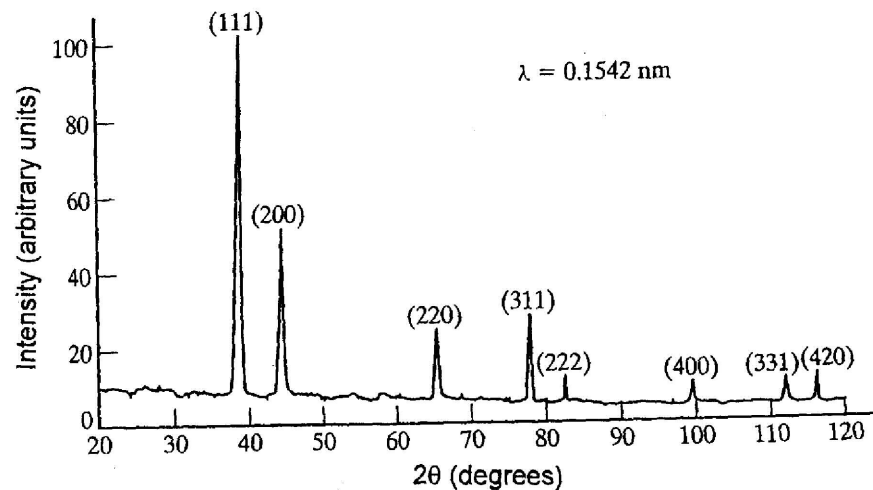


Figure 4 : X-ray diffraction of Aluminum Powder

[b] (i) An x-ray diffractometer recorder chart for the aluminum (Al) powder pattern showed diffraction peaks as indicated in Figure 4. (Atomic radius of Al = 0.143 nm; wavelength of the incoming radiation was = 0.1542 nm).

- (a) Using formula, identify the crystal structure of Al
- (b) Using Bragg's law, calculate the exact values of diffraction angles (2θ) for the first three peaks in the Al powder pattern.

(6 marks)

- (ii) A cylindrical specimen of aluminium having a diameter of 12.8 mm and a gauge length of 50.8 mm is pulled in tension. Use the load-length characteristics tabulated below to answer the following questions

Table 1 : Load-Length data of Aluminum Specimen

Load (N)	Length (mm)
0	50.800
7,300	50.851
15,100	50.902
23,100	50.952
30,400	51.003
34,400	51.054
38,400	51.308
41,300	51.816
44,800	52.832
46,200	53.848
47,300	54.864
47,500	55.880
46,100	56.896
44,800	57.658
42,600	58.420
36,400	59.182

- (a) Plot the engineering stress versus engineering strain graph
 (b) Compute the modulus of elasticity
 (c) Determine the yield strength
 (d) Determine the tensile strength

(9 marks)

...35/-

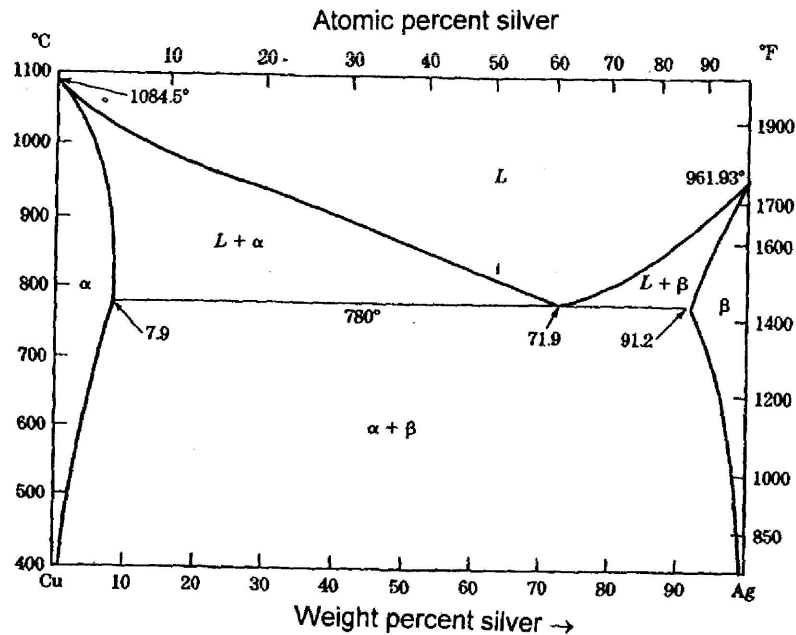


Figure 5 : Phase diagram of copper (Cu) - silver (Ag)

2. [a] Consider the binary eutectic copper-silver phase diagram in Figure 5. Make a phase analysis of 75 wt% Cu-25 wt% Ag at the following temperatures;
- (i) 1000°C
 - (ii) 800°C
 - (iii) 780°C + ΔT
 - (iv) 780°C - ΔT

Include in the phase analyses the four items listed below;

- (a) The phases present
- (b) The chemical compositions of the phases
- (c) The amount of each phase
- (d) Sketch the microstructure

(15 marks)

- [b] (i) What is the definition of activation energy for atom or ion?
(2 marks)
- (ii) The diffusivity of iron atoms in the BCC iron lattice is $4.5 \times 10^{-23} \text{ m}^2/\text{s}$ at 400°C and $5.9 \times 10^{-16} \text{ m}^2/\text{s}$ at 800°C . Calculate the activation energy in kJ/mol for this case in this temperature range.
(3 marks)
- (iii) If you are given a polymer sheet that has a good conductivity, the good conduction is due to presence of sodium ion (Na^+) in the polymer sheet. Using relevance mathematical equation, explain briefly an experiment to find the activation energy of ionic Na^+ inside the polymer sheet.
(10 marks)

SECTION C

Please answer one question only.

3. [a] (i) *What is the origin of conductivity in metals? In explaining your answer compares the conductivity of metals and semiconductors. Give examples of semiconductor materials and explain the energy band diagrams of the material stated.*

(8 marks)

- (ii) *Explain the effect of temperature to the conductivity of a metal and semiconductor.*

(4 marks)

- (iii) *Give brief definition of*

- Diamagnetism*
- Ferromagnetism*
- Curie temperature*

(3 marks)

- [b] *Table 3 shows the fatigue test data collected for brass alloy at room temperature.*

- (i) *Plot standard Stress Amplitud (S) - Cycle to Failure (N) curve using data in Table 3*
- (ii) *Calculate the fatigue strength at 4×10^6 cycles*
- (iii) *Determine the fatigue life at 120 MPa load*

Table 3 : Fatigue test result for Brass

Stress Amplitud (MPa)	Cycle to Failure
170	3.7×10^4
148	1.0×10^5
130	3.0×10^5
114	1.0×10^6
92	1.0×10^7
80	1.0×10^8
74	1.0×10^9

(15 marks)

4. [a] Molecular weight data for polypropylene are tabulated in Table 4.

Calculate;

- (i) The number-average molecular weight
- (ii) The weight-average molecular weight
- (iii) The number-average degree of polymerization
- (iv) The weight-average degree of polymerization

(Repeat unit for polypropylene = $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)$ and relative molecular mass for carbon and hydrogen is 12 and 1, respectively)

Table 4 : Molecular weight distribution for Polypropylene

Molecular weight distribution	X_i	W_i
8000-16000	0.05	0.02
16000-24000	0.16	0.10
24000-32000	0.24	0.20
32000-40000	0.28	0.30
40000-48000	0.20	0.27
48000-56000	0.07	0.11

(15 marks)

...39/-

4. [b] (i) *What is polymorphism? In your answer use polymorphic silica as an example.*
(3 marks)
- (ii) *Explain about ceramic powder pressing. Once the material has gone through the pressing process, what is a process needed to change the compacted powders to a solid. Use a diagram to explain your answer.*
(5 marks)
- (iii) *Write a short paragraph on hot working of a steel to produce steel wires.*
(3 marks)
- (iv) *Explain how martensite forms and also explain about tempering process required to increase the hardness of martensite steel.*
(4 marks)

- oooOooo -

LAMPIRAN**NILAI PEMALAR**

<i>Halaju Cahaya di dalam vakum</i>	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
<i>Ketelapan vakum</i>	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ ms}^{-1}$
<i>Ketelutan vakum</i>	$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
<i>Cas elektron</i>	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
<i>Pemalar Planck</i>	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
<i>Pemalar Coulomb</i>	$k = 9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$
<i>Jisim rehat electron</i>	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
<i>Jisim rehat proton</i>	$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
<i>Pemalar gas molar</i>	$R = 8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
<i>Pemalar Avogadro</i>	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
<i>Pemalar Boltzmann</i>	$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
<i>Pecutan jatuh bebas</i>	$g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$
<i>Muatan haba tentu air</i>	$C_{\text{air}} = 4.18 \text{ kJkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
<i>Muatan haba tentu ais</i>	$C_{\text{ais}} = 2.09 \text{ kJ/kg.K}$
<i>Haba pendam pelakuran air</i>	$L_f = 3.34 \times 10^5 \text{ Jkg}^{-1}$

Tabulasi Nilai Fungsi Ralat

z	$\text{erf}(z)$	z	$\text{erf}(z)$	z	$\text{erf}(z)$
0	0	0.55	0.5633	1.3	0.9340
0.025	0.0282	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1680	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9891
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3286	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999

Key																															
IA		IIA		IIIB		IVB		VB		VIB		VIIB		VIII		IB		IIB		IIIA		IVA		VA		VIA		VIIA		O	
1 H 1.0080		3 Li 6.939	4 Be 9.0122																	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.183						
11 Na 22.990	12 Mg 24.312			21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.9	36 Kr 83.80												
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30														
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	Rare earth series	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)														
87 Fr (223)	88 Ra (226)	Actinide series																													

Rare earth series

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Actinide series

89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)
-------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------